

美術館・博物館における最適な照明・色彩環境の研究

～異なる照明環境下における画材の演色特性～

The study of museum lighting: optimum lighting and color environment

中島由貴 Yuki Nakajima 女子美術大学大学院 Graduate School of Joshibi University of Art and Design

淵田隆義 Takayoshi Fuchida 女子美術大学大学院 Graduate School of Joshibi University of Art and Design

Keywords: LED, 美術館照明, カラーアピランス, CIECAM02, 金箔・岩絵具.

1. はじめに

美術館・博物館照明においては、光放射による損傷から美術品を保護するため、画材の光に対する応答度によって積算照度や年間限界露光量が制限されている¹⁾。日本画のように光に敏感な画材を含む美術品は、低照度下での鑑賞が余儀なくされる。

一般的に順応照度が増大すると有彩色の色度は不変であるにもかかわらず、クロマ知覚は増加する。すなわち有彩色物体は高照度下では明るく鮮やかに見え、低照度下では鈍くくすんで見える(Hunt 効果²⁾)。

画材には光沢や煌めき、粒子感といった特徴的な質感を有するものが数多く存在するため、様々な照明環境下における画材の演色の特徴について明らかにする必要がある。

本研究の目的は、LED ランプの分光分布、照度が変化したときの画材の演色効果を明らかにすることである。

2. 実験方法

日本画に多用される金箔、天然岩絵具（以下岩絵具）の演色の特性を測色的（CIECAM02 解析を含む）に検討した。また画材の質感が、色の見えに影響を及ぼすのかを主観評価実験により検討した。

2. 1 画材の分光特性

(1) 測定サンプル

金箔（11 種、表 1）および岩絵具 16 種類を檜板（5×5 cm）に貼付、塗布した。なお事前にニス、接着剤、保護材などが画材の色に影響がないことを確認した。

(2) 分光反射率測定

分光反射率計 CM-700d（コニカミノルタ社製）により各サンプルを測定した。図 1、図 2 は金箔 11 種の分光反射率、D65 下の a^*b^* クロマ値の変化

である（岩絵具については省略）。金箔は純金に対する合金添加量にしたがい、黄金色から黄色へ、さらに緑みを帯びた黄色へと系統的に変化することが明らかになった。

表 1 金箔 11 種

種類	金の純度(K)	配合率(%)			色み
		純金	純銀	純銅	
純金	24.0	99.99	—	—	赤み
五毛色	23.7	98.91	0.49	0.59	標準色
一号色	23.4	97.66	1.35	0.97	
二号色	23.2	96.72	2.60	0.67	青み
三号色	23.0	95.79	3.53	0.67	
四号色	22.7	94.43	4.90	0.66	白み
仲色	21.8	90.90	9.09	—	
三步色	18.1	75.53	24.46	—	
水色	14.3	59.74	40.25	—	
定色	14.0	58.68	41.31	—	
ホワイトゴールド	12.0	50.00	50.00	—	

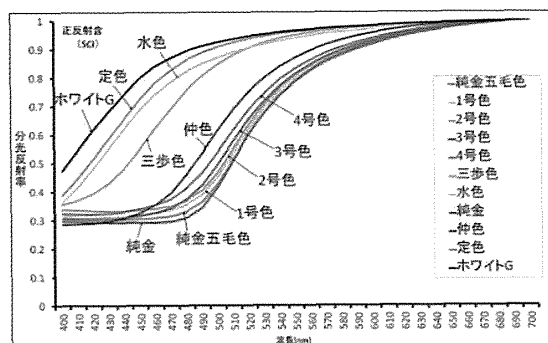
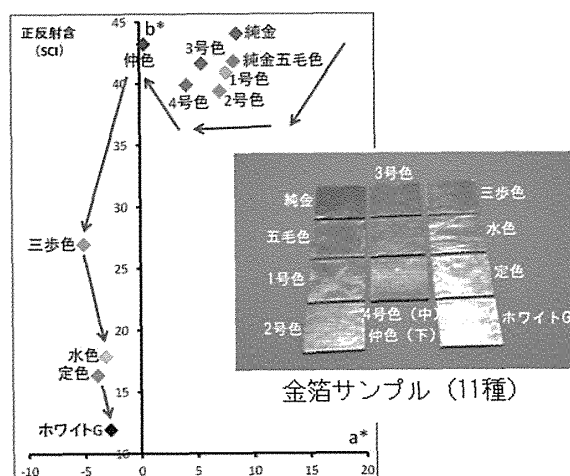


図 1 金箔 11 種の分光反射率

図 2 金箔 11 種の a^*b^* クロマ座標図 (D65)

(3) マルチアングル分光測色

金箔のように光沢を有する画材は、観察角度に

よって色の見え方が異なるため、マルチアングル分光測色計 CM-512m3A (コニカミノルタ社製) により照明照射角 25° , 45° , 75° の3方向から測定した。

D65 下での a^*b^* 値 (図3) に示されるように、全ての金箔は照射角度により高彩度から低彩度に変化した。照射角 25° (ハイライト) で最も彩度が高く、 45° で無彩色の方向へ変化し、 75° (シェード) では金箔の一部で a^* (赤色) 方向へ変化した。照射角によりクロマ値が変化するのは、金箔の色の見えが光沢によって大きく変化する可能性が高いことを意味している (岩絵具については省略)。

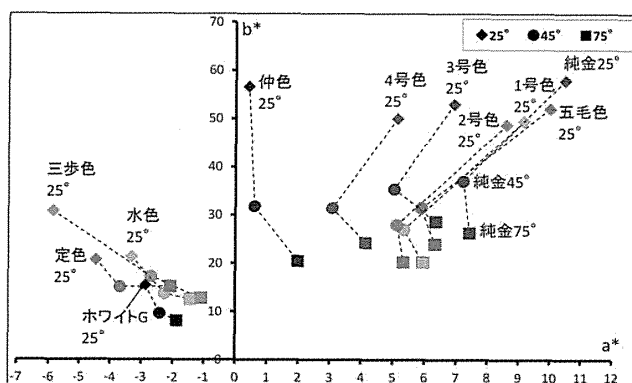


図3 金箔 (11 種) のマルチアングル分光測色から得た各照明照射角の a^*b^* クロマ座標 (D65)

2.2 主観評価実験

(1) 評価方法: 両眼隔壁方法により、テスト側 (右眼) に置いたサンプルの見える色を基準側 (左眼, 高演色蛍光灯ランプ) に置いた JIS マンセル色票で等色した (図4)。



図4 実験風景

(2) 観察サンプル: 金箔 11 種, 岩絵具 16 種. 高さ 12cm の台の上に設置し, 1.5×2 cm の穴が開いたマスクをかけた。

(3) 被験者: 正常色覚の女性 6 人 (25~33 歳)。

(4) 照明条件:

- ・ 光色: 昼光色 (6500K), 電球色 (3000K)
- ・ ランプ: 表2に示す。

表2 各ランプの概要 (相関色温度, R_a)

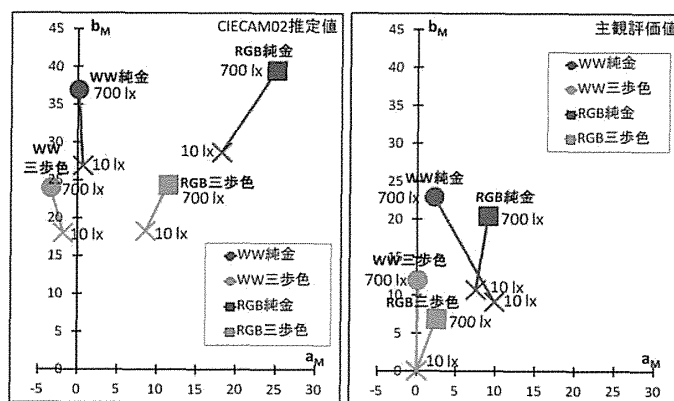
基準光源 (相関色温度)		平均演色数 R_a	テスト光源 (相関色温度)		平均演色数 R_a
昼光色	FL-D65 (6500K)	98	LED-RGB (6170K)		27
	FL-D65 (6500K)	98	LED-BY (6690K)		72
	FL-D65 (6500K)	98	FL-D (6500K)		74
基準光源 (相関色温度)		平均演色数 R_a	テスト光源 (相関色温度)		平均演色数 R_a
電球色	FL-EDL (3600K)	96	LED-RGB (2880K)		19
	FL-EDL (3600K)	96	LED-BY (3060K)		82
	FL-EDL (3600K)	96	FL-WW (3500K)		60

- ・ 照度: テスト側: 700 lx, 200 lx, 50 lx, 10 lx.
基準側 : 700 lx.

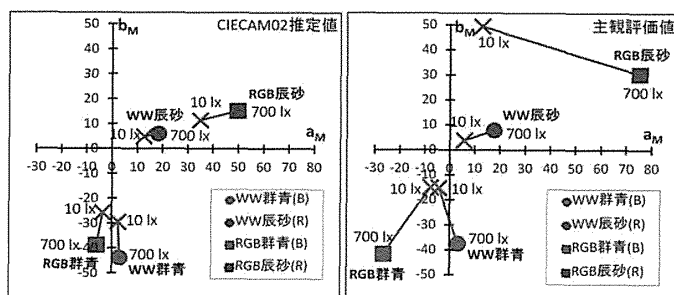
3. 結果

図5 (a) (b) はランプ (WW, LED-RGB (電球色)), 照度 (700 lx, 10 lx) 下の金箔 (2 種), 岩絵具 (2 種) の CIECAM02 色の見え推定値, および等色されたマンセル色票から計算された $a_M b_M$ 値 (カラフルネス値) である (被験者1名)。

金箔, 岩絵具の $a_M b_M$ 値 (カラフルネス) は, 推定値, 主観評価値ともに, 照度レベルの低下に伴い低下した。しかし, カラフルネスの低下の程度や $a_M b_M$ 値の変化の傾向 (色相の変化) は推定値と主観評価値で異なる。これは金箔の光沢, 岩絵具の煌めきや粒子感といった画材の質感が, 色の見えに影響を及ぼしていること示唆し, したがって特徴的な質感を有する画材は CIECAM02 のような色の見えモデルでは予測できない可能性がある。



(a) 金箔2種 (純金, 三歩色)



(b) 岩絵具2種 (辰砂, 群青)

図5 色の見え $a_M b_M$ カラフルネス座標図
左: CIECAM02 推定値 右: 主観評価値

謝辞

本研究を実施するにあたり, 実験機材, 測定器などでご協力いただいた一般財団法人日本色彩研究所, コニカミノルタ株式会社に感謝いたします。

参考文献

- 1) 日本照明委員会: 博物館展示物の光放射による損傷の抑制 (CIE157: 2004), pp.22-33 (2005).
- 2) R. W. G. Hunt: Light and dark adaptation and the perception of color, J. Opt. Soc. Am., 42, pp.190-199 (1952).